Beiträge zur Lehre

von der

Entstehung der Gefässe.

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung der Doctorwürde in der Medicin, Chirurgie und Geburtshülfe,

der

hohen medicinischen Facultät der Universität Zürich

vorgelegt am 25. Juli 1860

durch

Jacob Billeter

von Zürich.



Zürich,

Druck von Orell, Füssli und Comp.

1860.

SEINEM LIEBEN VATER

als Zeichen inniger Dankbarkeit

gewidmet

vom

Verfasser.

Die vorliegenden Untersuchungen betreffen einen vielfach durchgearbeiteten, aber immer noch controversen Gegenstand der Gewebelehre. Sie wurden angestellt theils zur Controllirung früherer Angaben, theils in der Absicht, neue Materialien für die Entstehung der Mittel- und Aussenschicht stärkerer Stämmchen zu gewinnen. Für letztere ergaben sich einige nicht unwichtige Resultate, während hinsichtlich der Bildung der mittleren Lage kein Aufschluss zu erhalten war. Um jedoch den Leser über den heutigen Standpunkt der betreffenden Frage zu orientiren, scheint es nothwendig, die bisherigen Untersuchungen und Beobachtungen in gedrängter Kürze vorauszuschicken.

Wir beginnen die Erörterungen mit den Angaben Valentin's [Handbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen. Berlin, 1835, pag. 288.]. Derselbe berichtet für den Hühnerembryo folgendes: »Es bilden sich im Gefässblatt einzelne Ansammlungen, die aus einer zähen, vollkommen durchsichtigen und weissen (!) Flüssigkeit bestehen; indem nun so das Gefässblatt in gewissen Punkten sich concentrirt und colliquescirt, wird seine Masse verdünnt und schwindet zum grössten Theil an den Stellen, welche die Zwischenräume zwischen den Ansammlungen ausmachen. Hiedurch schwindet der untere Theil des Gefässblattes und es bilden sich Lücken, in welche das Schleimblatt und die oberflächliche cohärentere Dotterschicht sich einlegen, wie Wülste, welche in die nun entstandenen Furchen passen. Irrthümlicher Weise hat man die Aufwulstungen des Schleimblattes und der oberflächlichen Dotterschicht für Inseln des Gefessblattes angesehen, wiewohl sie dem Gefässblatt selbst durchaus gänzlich fremd sind und nur die von ihm belassenen Lücken ausfüllen, während man das verflüssigte Gefässblatt als Rinnen bezeichnete. — — — Die Ansammlungen der flüssigen Masse werden grösser, stossen zusammen und bilden eine Art von netzförmigen Verbindungen. — — — Die angesammelte, völlig durchsichtige Flüssigkeit, also die metamorphosirten Theile des Gefässblattes selbst, scheiden sich nach Aussen zu völlig durchsichtigen, wasserhellen Massen, den künftigen Gefässwänden und nach Innen in unbestimmte kuglige oder länglichte Körperchen, die anfangs ganz dicht aneinander liegen, oft sogar noch ohne zu unterscheidende Grenzen und Nüancen in einander übergehen und, soweit sich eine Peripherie mit Sicherheit an ihnen wahrnehmen lässt, von sehr verschiedener Grösse sind. — — — Diese Körperchen sondern sich nun zu bestimmten Kugeln von runder Form und röthen sich, während die sie umgebende Masse immer flüssiger wird. Die durchsichtigen Streifen werden in der Folge immer schmäler.« — — — Später pag. 298 wird die Entstehung der Gefässwandungen besprochen. Hier erfahren wir, dass die sog. Rinnen des Gefässblattes und die Wandungen derselben, d. h. die Erhebungsseiten der vom Schleimblatt und der Dotterschicht gebildeten Aufwulstungen von den wahren spätern Gefässewänden durchaus geschieden seien und nur die Flüssigkeit begrenzen sollen, aus der sich Blut und Gefässwandung erst herausbilden.

Vier Jahre später wurde die Entstehung der Gefässe beim Hühnerembryo und der Froschlarve von Th. Schwann [Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung der Struktur und des Wachsthums der Thiere und Pflanzen. Berlin, 1839, pag. 182] in trefflicher Weise behandelt: Die Capillargefässe bilden sich durch die Verschmelzung der Fortsätze sternförmiger Zellen und durch die Resorption der Scheidewände an den Berührungsflächen, so dass die Höhlen der Zellen mit einander verschmelzen. Bei Froschlarven zeigt der Schwanz von strukturloser Haut gebildete Capillaren, welche von Strecke zu Strecke deutliche Kerne erkennen lassen. Diese Kerne deutet Schwann als *Nuclei* der primären Capillargefässzellen. Er bemerkt am Schwanz sehr junger Larven Haargefässe von unregelmässiger Form, d. h. von ungleicher Dicke, welche Aeste abgeben, die sich verschmälern, um beim Uebergang ins benachbarte Capillarrohr sich wieder zu erweitern. Ebenso sah er Aussackungen mit der gleichen höchst bedeutenden Verfeinerung, die ein benachbartes Capillargefäss nicht erreichten. Er deutet beiderlei Ausläufer als Fortsätze der ursprünglichen sternförmigen Bildungszellen und lässt sie später unter Verbreiterung in gewöhnliche Haargefässe übergehen, bildet sich aber zugleich den Einwand, ob nicht möglicherweise aus den vorhandenen Capillargefässen nur Aeste hervorwachsen, die sich wieder weiter verzweigen. Bei der Nachsuchung nach den primären Capillargefässzellen fand Schwann sternförmige Zellen unter dem Epithelium und unter den Pigmentzellen im Niveau der Capillargefässe. Sie sind kleiner als die Pigmentzellen, mit einer farblosen oder blassgelblichen Substanz gefüllt, schicken bald mehr bald weniger Fortsätze nach verschiedenen Seiten ab, die aber gewöhnlich nur kurz sind und in der Regel die Ausläufer benachbarter Zellen nicht erreichen. Wir erhalten hier schon die feine Beobachtung mitgetheilt, dass die zuletzt erwähnten Ausläufer der Haargefässe bisweilen mit einer sternförmigen Zelle sich zu verbinden scheinen; doch findet Schwann diese Verbindung nicht evident genug, auch die sternförmigen Zellen allzu zahlreich und in jeder Altersstufe der Froschlarve vorkommend, um mit Sicherheit die Natur seiner sternförmigen Zellen als primärer Capillargefässzellen zu behaupten. Beim Hühnerembryo von 36 Stunden bemerkt man in der *Area pellucida* die gelblich rothen Capillargefässe, welche stellenweise mit andern Gefässen zusammenhängen, theils die gleiche Dicke besitzen, theils ungleiche Quermesser nach Art der Froschcapillaren. Strahlige gelbgefärbte Zellen sollen mit ihnen zusammenstossen. Die Bildung der Capillargefässe und des Blutes würde also in der Keimhaut auf folgende Weise vor sich gehen: »Unter den Zellen, woraus die Keimhaut besteht, bilden sich einige in gewissen Entfernungen von einander gelegene durch Verlängerung nach verschiedenen Seiten hin zu sternförmigen Zellen, den primären Capillargefässzellen, aus. Die Verlängerungen verschiedener Zellen stossen aufeinander, verwachsen, die Scheidewände werden resorbirt, und so entsteht ein Netz sehr ungleichmässig dicker Kanälchen, indem die Verlängerungen der primären Zellen viel dünner sind als der Zellenkörper. Diese Verlängerungen oder Verbindungsgänge der Zellenkörper dehnen sich aber aus, bis sie untereinander und mit dem durch das Wachsthum sich verengenden Zellenkörper gleiche Dicke haben, bis sie also ein Netz gleich dicker Kanälchen bilden. Die Blutflüssigkeit ist der Inhalt sowohl der primären als der verschmolzenen oder sekundären Capillargefässzellen, und die Blutkörperchen sind junge Zellen, die sich in der Höhle der Capillargefässzellen bilden.

Bei Untersuchungen an den durchsichtigen, gefässreichen Membranen des Capsulopupillarsackes junger Embryone sah Valentin [Müller's Archiv 1840, pag. 217] in den Maschenräumen der bereits vollendeten Capillargefässe rundliche Körper von 0,006''' Durchmesser, die körnig erscheinen und zum Theil neben den Körnern mehrere bis 4 Kugeln enthalten. An Einigen erkennt man eine zarte Wandung. Manche dieser Körper liegen dicht an der Capillarwandung, ihre Wand geht, wie es scheint, in die Wand der Capillargefässe über, so dass sie blinde Nebenanhänge der Gefässe bilden. In andern Maschenräumen sieht man Zellen in Fasern verlängert, die an die Wand eines benachbarten Gefässes anstossen und in ihrem Innern an einer Stelle einen Kern enthalten, der mehrere Kugeln einschliesst. Die Wandungen jener Zellen wie der ersten Capillargefässe sind schwach milchweiss, undeutlich faserig, bedecken sich aber bald mit Zellen und Zellenkernen und Fasern. Die Darstellungen von Schwann und Valentin stimmen demnach darin überein, dass sie die primäre Haut *(membrana intima)* der Capillargefässe für identisch mit der Zellenwand und das *Lumen* der Gefässe für die Summe der verschmolzenen Zellenhöhlen halten. Die Blutkörperchen aber betrachtet Valentin als die Kerne der Capillargefässzellen, indem er annimmt, dass die in den Wänden der Gefässe liegenden Kerne später aufgelagerte seien. Das Epithel, das zunächst im Innern der primären Gefässhaut auftritt, würden Beide für endogene Bildung erklären müssen.

Ferner theilt Valentin weitere auf Gefässentwicklung bezügliche Beobachtungen von andern Körperstellen junger Embryone mit. [Müller's Archiv 1840, pag. 215.] Nach ihm kommen an der Innenwand der Gefässe jüngerer Embryone mehrere Zellenlagen verschiedener Entwicklungsstufen übereinander vor. Die Zellen bilden sich weiter aus, indem sie sich verlängern, spitz und rhombisch werden und nach und nach in eine zuerst noch streifige, dann gleichartige Membran übergehen, indess die Zellenkerne schwinden. In verschiedenen Schichten schien aber der Entwicklungsgang verschieden zu sein, indem beim Abschaben bald kleine Zellen, bald lange platte Bänder, bald in Fasern verlängerte Zellen erschienen.

In Henle's allgemeiner Anatomie [Leipzig. 1841, pag. 528] werden die eben angeführten beiderlei Beobachtungsreihen von Valentin und Schwann mitgetheilt, und einigen kritischen Bemerkungen unterworfen. Interessant vor allen Dingen ist der Ausspruch: »So wahrscheinlich auch die Schwann'sche Theorie ist, so sehr sie durch Analogie mit den sternförmigen Pigmentzellen unterstützt wird, so bleiben doch noch manche Zweifel übrig. Zuerst ist die Verbindung und Höhlengemeinschaft des Capillarnetzes mit den grösseren Gefässen zu erforschen, da man doch nicht wohl annehmen kann, dass auch die Gefässstämme und das Herz nur erweiterte und mit dem Capillarsystem communizirende Zellen seien. Vielleicht sind es Intercellulargänge, in die die Capillaren sich öffnen, wie auch Pflanzenzellen in Interzellularräume ausmünden«.

In der That bietet gerade dieser Uebergang der Haargefässe in grössere Stämme die grössten Schwierigkeiten der Erklärung dar.

Weitere Mittheilungen über diesen Gegenstand geben Prévost und Lebert in den *annales des sciences naturelles, 1844,* betitelt: *Mémoire sur la formation des organes de la circulation et du sang dans les Batraciens.* Das Resultat ihrer vereinten Beobachtungen ist in Kürze folgendes: »Mit grösster Wahrscheinlichkeit bilden sich die ersten Gefässe in einer blutbildenden Membran

oder in etwas analogem, was wegen der Dicke des Embryo nicht so deutlich sichtbar ist, wie beim Vogelembryo, und welche Membran vom Herz bis in alle Körpertheile verbreitet, in denen die erste Circulation sich herstellt. Haben sich die hauptsächlichsten Circulationswege einmal gebildet, so entstehen überall mit überraschender Schnelligkeit Verbindungsgefässe. Das geeigneteste Object für diese Untersuchungen ist der Schwanz der Frosch- und Tritonenlarven. Schon ist die Circulation in Kiemen und Rumpf ziemlich vollständig hergestellt, während der Schwanz noch keine Spur einer solchen zeigt. Zu beiden Seiten der *Chorda dorsalis* sieht man nur kuglige Bildungszellen, zuerst dicht gedrängt und dunkel, die dann immer durchsichtiger und durch Anlagerung winklig werden. Diese Zellen weichen aus einander, um den Gefässen Platz zu machen, welche sich wie Collateraläste bilden, direct von einer kleinen Arterie zu einem Venenstämmchen gehend. Die Capillaren bilden sich immer in centrifugaler Weise und stets unter dem Einfluss der allgemeinen Blutcirculation. Es entstehen so Verbindungsbogen 2. und 3. Ordnung und so fort, die von einem Arterienstämmchen zu einer Vene verlaufen. Nie beobachteten sie bei den Embryonen von Wirbelthieren Gefässe, die sich unaäbhngig von der allgemeinen Circulationsbahn entwickelten, um schliesslich in letztere einzumünden.

Im folgenden Jahre erhalten wir eine kurze und unbedeutende Notiz von Plattner [Müllers Archiv 1845]. Demselben gelang es nicht, die von Schwann behauptete Verbindung von sternförmigen Zellen des Froschlarvenschwanzes mit Capillargefässen zu beobachten; wohl aber sah er das Zusammenstossen fadenförmiger Ausläufer benachbarter Gefässe und überzeugte sich von dem massenhaften Vorkommen jener sternförmigen Zellen in allen Altersstufen der Larven.

Im Jahre darauf erschien in den *Annales des sciences naturelles, 1846,* die Arbeit Kölliker's über die Entwicklung der Gewebe bei den Batrachiern. Dieser Forscher lässt sich pag. 94 folgendermassen über die Entwicklung der Blutgefässe aus: — »Nach meinen Untersuchungen bieten alle Gefässe des Schwanzes der Batrachierlarven ursprünglich die mikroskopischen Kennzeichen der feinsten Capillaren dar, d. h. sie besitzen eine zarte, vollkommen structurlose Membran, deren Innenfläche hie und da Kerne eingelagert sind. Unmöglich war mir die Verfolgung der Art und Weise, wie sich die ersten Anfänge des grossen Arterien- und Venenstammes bilden, welche längs der unteren Seite der Wirbelsäule herabgehen, und die man *Arteria* und *Vena caudalis* nennen kann; denn im Augenblick ihres ersten Auftretens sind die Gewebe der Larven zu undurchsichtig, um eine genaue Beobachtung zu gestatten. Aber ich habe bemerkt, dass diese beiden Stämme, die unmittelbar unter einfacher Schlingenbildung in einander übergehen, in dem Maasse nach hinten hin sich verlängern, wie der Schwanz der Larven wächst, indem sie Fortsätze treiben, welche sich an embryonale, runde, um das hintere Ende der Chorda dorsalis angehäufte Zellen anschliessen und mit ihren Hohlräumen verschmelzen. Die ersten Seitengefässe des Schwanzes haben die Form einfacher Bogen, die von der Arterie zur Vene gehen. Sie entstehen durch eine Vereinigung von Ausläufern der *Arteria* und *Vena caudalis* mit gewissen verlängerten oder sternförmigen Zellen der Schwanzsubstanz. Sowie diese Bogen gebildet und circulationsfähig sind, treiben sie neue Ausläufer, welche sich mit weitern sternförmigen Zellen verbinden und mit diesen secundäre Bogen bilden. Auf diese Weise dehnt sich das Capillargefässnetz immer mehr aus, je

mehr der Schwanz sich der Länge und Breite nach vergrössert und wir dieses Netz stets dichter durch Bildung neuer Gefässe innerhalb seiner ursprünglichen Maschen. Diese Gefässe entstehen entweder durch Verschmelzung zweier Ausläufer benachbarter Gefässe, oder durch Verbindung solcher Ausläufer mit sternförmigen Zellen. Dies ist in Kürze das Resultat meiner Untersuchungen; ich erlaube mir nur noch einige Worte über die mehrerwähnten Zellen, über die Art und Weise, wie die Gefässausläufer sich bilden, und über den Anblick des ersten Capillarnetzes.

Die sternförmigen oder länglichen Zellen, die zur Bildung der Haargefässe dienen, sind ein Theil der so zahlreichen sternförmigen Zellen, deren schon Schwann erwähnt in seiner Besprechung der Haargefässentwicklung im Schwanz der Froschlarven. Diese sternförmigen Zellen sind metamorphosirte embryonale Zellen und von sehr verschiedener Natur.

Die einen mit vielen Ausläufern nach Art der schwarzen oder gelben Pigmentzellen, die sich neben ihnen finden, bilden sich nie in Haargefässe um, aber werden in jedem Alter der Larve beobachtet. Die andern meist einfacher, nur mit 2 bis zu 5 Ausläufern versehen, dienen zur Bildung der Blutgefässe und nehmen auch Theil an der Entwicklung der Nerven und Lymphgefässe. Es ist sehr leicht, diese 2 Gruppen der sternförmigen Zellen zu unterscheiden. Aber was die Unterschiede der letzteren Gruppe betrifft, so sind sie mir nicht in allen Fällen klar, obgleich ihr Ansehen oft sehr characteristisch ist. Die Ausläufer der Schwanzgefässe entstehen folgendermassen: zuerst sieht man eine konische Aussackung, entspringend aus einem seitlichen Wachsthum der Capillargefässhaut. Bald verlängert sich diese Aussackung in Form einer Spitze, wächst mehr und mehr, hie und da in verschiedenen Richtungen sich krümmend, und so entsteht ein Ausläufer von verschiedener Länge und meist sehr geringer Dicke, oft so zart wie eine Bindegewebsfibrille. Anfangs ist dieser Ausläufer solid; aber nach und nach, besonders nach seiner Verschmelzung mit einer sternförmigen Zelle, oder einem andern Ausläufer, oder endlich einem bereits entwickelten Haargefäss, sieht man ihn breiter werden. Es bildet sich eine Höhle in seinem Innern. Diese Höhle schreitet immer von dem Gefäss aus, dem der Ausläufer seinen Ursprung verdankt, und von der Zelle, mit der er sich verbunden, und bald ist der Ausläufer ganz hohl, durchgängig erst nur für einfache Flüssigkeit, später auch für Blutkörperchen.

Der Anblick der Haargefässe ist im Anfang ihrer Entwicklung sehr merkwürdig wegen der grossen Ungleichheit der Durchmesser ihrer *Lumina*. Sie sind weit, wo sich die Zellenkörper befinden, die an der Gefässbildung Theil genommen haben, und sehr eng an den Stellen, die aus den Zellen- oder Gefässausläufern entstanden sind. Nach und nach verwischt sich die Ungleichheit durch das Wachsthum der Ausläufer, und zu gleicher Zeit stellt sich eine regelmässige Blutcirculation ein. Was die Structur der Haargefässe anbetrifft, so ist klar, und durch meine Beobachtungen erwiesen, dass ihre Membran entstanden ist aus den verschmolzenen Hüllen der sternförmigen Zellen, und dass die an der Innenseite dieser Membran befindlichen Kerne nur die Zellenkerne sind. Die Ausläufer, welche von den bereits gebildeten Gefässen entstehen, sind auf gleiche Stufe mit den Zellenausläufern zu stellen, und beweisen, dass die Umbildung der Zellen in Gefässe die Membran nicht der Fähigkeit beraubt zu wachsen und Ausläufer zu treiben.

Endlich mache ich noch auf einen unzweideutigen Beweis von der Richtigkeit dessen aufmerksam, was ich über die Entwicklung der Blutcapillaren gesagt habe, nämlich auf das Factum, dass die ersten seitlichen Gefässe, die bei den Froschlarven entstehen, sämmtlich an den Stellen, wo sich die Kerne und die Erweiterungen zeigen, die ich als die früheren Zellkörper bezeichnet habe, eine Anhäufung der gleichen Fettkörnchen besitzen, wie wir sie in allen embryonalen Zellen treffen. Später werden diese Körnchen resorbirt, und die Gefässe sind vollkommen frei für den Durchpass des Blutes. — — Ich habe, fährt Kölliker weiter fort, soeben die Lymphgefässe im Schwanz der Batrachierlarven entdeckt, welche Entdeckung um so interessanter ist, als die Lymphgefässe noch bei keinem Thiere während seines Lebens mit dem Mikroscop gesehen und studirt worden sind. Meine Beobachtungen setzten mich in den Stand, viele bis jetzt vollkommen zweifelhafte oder unbekannte Punkte festzustellen, welche die Anatomie und Physiologie dieser Gefässe betreffen, nämlich die Art und Weise, wie sie sich im Gewebe der Organe bilden, ihre Beziehungen zu den Blutgefässen, die Struktur ihrer feinsten Verzweigungen, die ich Capillaren nennen will. — — — Die erwähnten Lymphgefässe liegen in gleicher Ebene mit den Blutgefässen und kreuzen sich in verschiedenen Richtungen mit ihnen. Sie bestehen 1) aus zwei grossen longitudinalen Stämmen, von denen der eine untere *Truncus lymphaticus caudalis* zwischen und unter der *Arteria* und *Vena caudalis* gelegen ist, der andere obere *Truncus lymphaticus caudalis* zwischen den Rückenmuskeln gegen deren obere Grenze hin; 2) aus einer grossen Anzahl von Aesten, die von den zwei Längsstämmen ausgehend sich in den obern und untern Theil des Schwanzes einsenken. Diese letzteren, deren Zahl die der Blutgefässe etwas übertrifft, verzweigen sich baumförmig und dringen so weit vor wie die Blutgefässe, unterscheiden sich aber von den letztern durch die Seltenheit oder den gänzlichen Mangel ihrer Anastomosen und durch ihre Endigung in spitze Aestchen, die sehr wenig verzweigt und von geringerem Durchmesser sind als die feinsten Capillaren. Alle diese Lymphgefässe, deren Durchmesser dem der Blutgefässe mehr oder weniger gleichkommt, haben im wesentlichen dieselbe Struktur wie die letztern, das heisst sie bestehen aus einer homogenen Membran, in deren Innenfläche hie und da abgeplattete Kerne eingelagert sind; nur ist diese Membran viel zarter. Ihrer Form nach unterscheiden sie sich merklich von den Blutgefässen durch die zahlreichen Ausbuchtungen oder eigentlichen mehr oder weniger spitzigen Ausläufer ihrer Membran und durch die feinen Körnchen, die in ihrem Innern um die Kerne angehäuft sind. — — — Der Inhalt dieser Lymphgefässe ist klar, wasserhell und entbehrt fast aller Lymphkörperchen; wenigstens habe ich deren höchstens 3 oder 4 beobachtet während zahlreichen Studien, die ich an lebenden Larven machte. Ausser diesen Lymphkörperchen findet man noch, wiewohl äusserst selten, feine punktförmige Körnchen. Diese Beobachtungen setzten mich in den Stand die Bewegung der Lymphe zu studiren. Dieselbe ist langsam, fast zwölf Mal geringer als die Bewegung des Blutes in den Capillaren, aber in ununterbrochenem Strom. — Die Entwicklung der beschriebenen Lymphgefässe geschieht vollkommen auf gleiche Weise wie die der Blutcapillaren, d. h. durch Vereinigung spindelförmiger Zellen unter sich und es entstehen die Lymphgefässe fast zu gleicher Zeit mit den Blutgefässen. Die verästelten Zellen, die zur Bildung von Lymphgefässen dienen, entwickeln sich durch eine Metamorphose der Bildungszellen, und sind leicht von den übrigen sternförmigen

Zellen im Schwanz der Larven zu unterscheiden, weil sie den Anblick der letzten Verzweigungen der Lymphcapillaren gewähren. Da die Lymphcapillaren fast keine Anastomosen besitzen, besteht ihr Bildungsmodus vorzugsweise darin, dass bereits gebildete Gefässe, in erster Linie die zwei Längsstämme, Ausläufer treiben, welche sich mit verästelten Zellen verbinden, während man selten sieht, dass zwei Ausläufer unter sich zu einem Zweig verschmelzen. Noch bleibt mir zu erwähnen übrig, dass bei den weniger entwickelten Larven die sternförmigen Zellen, die zur Bildung von Lymphgefässen dienen, ohne Ausnahme neben einem Kern eine ziemlich grosse Anzahl Fettkörnchen enthalten, wie wir sie auch in den Bildungszellen treffen. Dieselben Fettkörnchen finden sich auch ohne Ausnahme in den Lymphgefässen der ersten Zeit, und erklären fast besser als alle andern Thatsachen den Ursprung dieser Gefässe.

Was nun die Beziehungen zwischen Lymph- und Blutcapillaren betrifft, so bestehen zwischen ihnen keine Anastomosen, und es ist die Thatsache, dass man oft Blutkörperchen in den Lymphcapillaren findet und selbst einen fast regelmässigen Blutstrom in Lymphbahnen sich herstellen sieht, pathologischen Zuständen zuzuschreiben. Man findet solche Anastomosen zwischen Lymph- und Blutcapillaren nur, wenn die Circulation in Folge ungünstiger Verhältnisse, in welche die Larven nothwendigerweise unter dem Mikroskop treten müssen, stürmischer wird. Alsdann bilden sich zahlreiche Extravasate, besonders im hintern Ende des Schwanzes und es geschieht, dass die Membran von Lymphcapillaren, die an Blutcapillaren angelagert sind oder sich mit ihnen kreuzen, von einem Extravasat durchbrochen werden und so Blutkörperchen in die Lymphbahn gelangen.

Einen weitern Beitrag über Gefässbildung liefert Dr. Joseph Meyer in einem sehr ausführlichen Aufsatz über die Neubildung von Blutgefässen in plastischen Exsudaten und Hautwunden. [Annalen des Charité-Krankenhauses, 4. Jahrgang, 1. Heft, Berlin 1853.] Um die Entwicklung von Blutgefässen in plastischen Exsudaten studiren zu können experimentirte Meyer an Hunden, denen er durch Injectionen in die Pleurahöhle exsudative Entzündungen erzeugte. Hierdurch ward, wie er sich selbst ausdrückt, ein lebendiger Brutofen hergestellt, an dem er nicht nur die Genesis der Blutgefässe, sondern auch die übrigen Umwandlungen des plastischen Exsudats in ihren einzelnen Stadien verfolgen konnte. Dieses letztere geschah, so weit es für den speciellen Zweck nothwendig schien, weil nur aus einer solchen allseitigen Berücksichtigung der in der Adhäsion auftretenden Elemente eine sichere Lösung der ursprünglichen Aufgabe gehofft werden konnte. Daher wurden neben der Neubildung der Blutgefässe noch die Metamorphose der bei der Entzündung ausgetretenen Blutkörperchen, die Entstehung, Fort- und Rückbildung der sog. Entzündungskugeln, die Umwandlung des exsudirten Faserstoffs und die Elemente des Bindegewebes berücksichtigt.

Nachdem Meyer dargethan, dass die in den ersten Tagen im faserstoffigen Exsudat gefundenen kleinen rothen Punkte und Streifen, die von vielen frühern Beobachtern als erste Stadien neuer Blutgefässbildungen angesehen wurden, nur der optische Ausdruck von Extravasaten seien, warnt er vor einem entgegengesetzten Irrthum. Es finden sich nämlich in weiter vorgeschrittenen Pseudomembranen kleine, oft mit blossem Auge erkennbare rothe Punkte, die sich unter dem Mikroskop in ein Netzwerk von Capillaren auflösen, welche von Blutkörperchen bedeckt sind. An den Stellen, wo die rothen Punkte standen, hingen die faserstoffigen Ausschwitzungen inniger mit dem Mutter-

boden, das heisst der Pleura, zusammen, und die Abreissung einer Gefässverbindung zwischen Pleura und Pseudomembran hatte hier den Austritt von Blutkörperchen veranlasst. In der That gelang es Meyer, ein solches von der *Pleura costalis* in eine *habena* eintretendes Gefäss mit einfacher Wandung zu beobachten, welches Gefäss sich in der *habena* in ein Capillarnetz auflöste.

24 Stunden nach der künstlich erregten Pleuritis sahen die Exsudate grauweiss aus, waren von der Consistenz des hartgekochten Eiweiss und zeigten unter dem Mikroskop ein Maschenwerk dickerer Stränge, in dessen Lücken ein feineres Fasernetz sich darbot. Dieses Maschenwerk ist das mikroskopische Bild frisch geronnenen Fibrins, und hat mit der Gefässbildung in Pseudomembranen durchaus nichts zu schaffen. Erst 48 Stunden nach der Einspritzung betrachtet, war das Netz von Fasern und Balken viel undeutlicher, und 7 Tage nach der Erregung fibrinoser Ausschwitzung erschien die Adhäsion unter dem Mikroskop völlig homogen oder undeutlich streifig, während neue Gefässe noch gar nicht in ihr existirten.

Im Maschenwerk des frischen Exsudats sah Meyer eine Unzahl mehr oder weniger abgeflachter rundlicher Körper von 0,0021—0,0042‴ Grösse, die zuweilen ohne, meist erst nach Wasserzusatz einen deutlichen Kern zeigten. Dieser Kern war meist einfach, zuweilen auch doppelt. Sehr wenige dieser Zellen enthielten schwarze Moleküle. Meyer erklärt, dass jenes aus bald geraden, bald lockigen Bündeln bestehende Gewebe, das so oft die ganze Masse der Pseudomembran ausmache, seiner Ansicht nach direct aus dem Faserstoff hervorgehe. Nie sei er, trotz vielem Nachsuchen, im Stande gewesen, die Angabe Virchow's zu constatiren, dass zu einer gewissen Zeit das ganze Fibringerinnsel aus dicht aneinander gelagerten, geschwänzten Körperchen bestehe. Hiermit solle aber keineswegs das Auftreten von spindel- und sternförmigen Zellen, sowie von kernartigen Gebilden in den Pseudomembranen geläugnet werden. Was die im Anfang in den Exsudaten auftretenden zahlreichen jungen Zellen betrifft, so haben sie nach Meyer ebenfalls keine Beziehung zur Gefässbildung, sondern gehen durch fettige Degeneration zu Grunde, von welcher das noch sparsame Auftreten dunkler Moleküle in einigen wenigen Zellen des frischen Exsudats den Anfang bildete.

Nachdem nun Meyer gezeigt, dass weder aus modificirtem Fibrin, noch aus den jungen im Beginn der Exsudation so häufig auftretenden Zellen sich die Blutgefässe entwickeln, wirft er sich die Frage auf, ob die bekannten Untersuchungen von Schwann und Kölliker, das heisst, ob die spätere embryonale Weiterbildung von Blutgefässen auf die pathologischen Verhältnisse Anwendung finden könne. Zu diesem Zweck führt er eine äusserst minutiöse, mit Abbildungen erläuterte Untersuchungsreihe am Schwanz der Froschlarven aus, wobei er die schon von Schwann und Kölliker beschriebenen Capillarausläufer in ihren unzähligen Modificationen und Biegungen wieder sieht. Meyer tritt jedoch gegen die von Schwann noch zaghaft, von Kölliker aber mit Bestimmtheit ausgesprochene Behauptung der Verbindung von Capillarausläufern mit sternförmigen Zellen auf. Nach ihm sind diese mit Capillaren verbundenen Zellen nur Varicositäten der fadenförmigen Ausläufer, die weitere 1—2, selten 3 Fortsätze ausschicken, und in denen sich nachträglich ein kernartiges Gebilde entwickle. Diese eigenthümlich ausgewachsenen Varicositäten seien es, die Kölliker fälschlich als die Anfänge nicht nur der Blut-, sondern auch der Lymphgefässe und Nerven, gehalten

habe. Die im Niveau der Capillaren befindlichen sternförmigen Zellen unterscheiden sich nach Meyer durch ihr glänzendes Ansehen, die stark ausgebuchteten dunklen Contouren und ihre meistens grosse Menge von Zacken. Schliesslich gibt Meyer zu, dass in einigen seltenen Fällen sternförmige Zellen von ausgezeichneter Form vielleicht mit den Capillarausläufern in Verbindung sich begeben können. An die Beobachtungen über Gefässbildung am Schwanz der Froschlarven fügt Meyer weitere hinzu, angestellt an der intermediären gelatinösen Substanz zwischen *Chorion* und *Allantois* des Eis der Wiederkäuer und des Schweins. Er bestätigt die schon von Bischoff gemachten Angaben. Auch er sah ein Capillarnetz, dessen Gefässe von 1—2 bis mehrfachen Reihen von Zellenfasern mit deutlichen Kernen und Kernkörperchen umlagert waren; daneben Streifen aus doppelter und einfacher Reihe von solchen Faserzellen, die mit blutführenden Gefässen in Verbindung standen. Ausserdem fand Meyer an diesen Capillaren die von Bischoff noch nicht gesehene einfache Capillarmembran unter den Auflagerungen. Was aber Bischoff für eine Reihe von der Länge nach aneinander gereihten Faserzellen ansah, betrachtet Meyer als mit Varicositäten versehene Ausläufer, weil in diesen Erweiterungen der Ausläufer, die einem Zellkörper entsprechen sollten, oft nur undeutlich, oft gar nicht Kerngebilde nachzuweisen waren. So fand Meyer die grösste Analogie in der Gefässentwicklung des Schwanzes von Froschlarven und der obiger intermediärer Gallerte, will aber, wenn auch nur ungerne, die seltene Betheiligung der in dieser *Gelatina* zahlreichen Zellen bei der Bildung eines einfachen Capillarrohrs zugestehen. Dieses Zugeständniss an die Zellentheorie von Schwann verursachte die Beobachtung der Gefässverhältnisse in der *Membrana capsulo-pupillaris,* wo er an den zwei einzig brauchbaren Ansichten, die er sich darstellen konnte, die Theilnahme sternförmiger und spindelförmiger Zellen sah.

Nach diesen weitläufigen Vorstudien kömmt endlich Meyer auf den eigentlichen Gegenstand seiner Arbeit zurück, und findet, dass die in Adhäsionen auftretenden neuen Gefässe nie in der Mitte der Adhäsion, sondern am einen oder andern Ende derselben entstehen, also in unmittelbarster Nähe der alten. Es sind diese neugebildeten Blutgefässe gebildet von Ausläufern bereits vor Erregung der Entzündung vorhandener Capillaren. Vielleicht tragen einzelne in den Pseudomembranen vorhandene spindel- und sternförmige Zellen zur Bildung neuer Capillaren bei; und endlich sind die später in solchen Adhäsionen beobachteten stärkeren Gefässe entstanden aus einfachen Capillaren, die durch Anlagerung von Faserzellen zu Gefässen höherer Ordnung umgewandelt wurden.

Im zweiten Band seiner mikroskopischen Anatomie, die 1854 erschien, bespricht Kölliker die Entwicklung der Blutgefässe folgendermassen: »Es geht die Entwicklung der grösseren Gefässe, Arterien sowohl als Venen, nach einem doppelten Typus vor sich. Der erste Typus ist bei den anfänglich im Fötus auftretenden Circulationsorganen, Herz, Aorta, realisirt, indem diese Organe ursprünglich solide Zellenhaufen darstellen, deren äussere Schicht zu Wandungen verwächst, während der innere Theil durch Umwandlung der Zellen in Blutkörperchen und Auftreten von Flüssigkeit zur Blutbahn wird. Die Wandungen der so gesetzten ersten Circulationsanlagen verdicken sich anfangs durch Auflagerung von Zellen aus dem umliegenden Blastem, später durch selbstständige Zellenvermehrung, und indem diese Zellen, mit Ausnahme der innersten Schicht sich umändern und auswachsen, stellen sie die verschiedenen Häute der Gefässe dar. Beim andern Typus

entwickeln sich die grössern Gefässe durch Metamorphose der Capillaren, indem von Aussen Zellen an diese letztern sich ansetzen, welche Zellen nach und nach in die verschiedenen Gewebe der Arterien und Venen übergehen. Diese Umbildung der Capillaren geht mit der Entwicklung der verschiedenen die Gefässe enthaltenden Organe Hand in Hand. Die Bildung der Capillaren selbst kömmt ursprünglich durch hinter einander sich anlegende Zellenreihen zu Stande, indem die Zwischenwände der einzelnen Zellen schwinden, und so ein Röhrensystem sich herstellt. Durch Sprossung seitlicher Ausläufer, die entweder mit weitern in dem Gewebe zerstreuten Zellen oder schon gebildeten Röhren zusammenstossen, wird das Capillarnetz gebildet und die Blutbahn fortwährend vergrössert.

In dem interessanten und höchst ausgezeichneten Werke von Remak, »Untersuchungen über die Entwicklung der Wirbelthiere, Berlin, 1855« finden wir weitere Angaben.

Nach diesem Verfasser zeigen sich am bebrüteten Hühnerembryo die ersten Anlagen von Blutgefässen während des letzten Viertels des ersten Tages in dem peripherischen Theil des mittleren Keimblattes. Sie erscheinen als netzförmig verbundene, beinahe undurchsichtige Cylinder von $^1/_{86}$ — $^1/_{50}$ ''' Querdurchmesser. Die Maschenräume sind sehr klein, ihr Durchmesser kaum so gross wie der Querdurchmesser der Gefässanlagen. Bei passender Behandlung zeigt sich, dass die Gefässcylinder aus kernhaltigen granulirten Zellen von etwa $^1/_{300}$ — $^1/_{200}$ ''' Querdurchmesser bestehen. Auf den Querdurchmesser eines Cylinders kommen in der Regel 3 — 8 Zellen. Nur selten sieht man Cylinder, in denen nur 2 Zellen nebeneinander liegen, und nie vermochte Remak mit Sicherheit solche zu finden, in welchen bloss eine einzige Zelle die Dicke des Gefässes einnahm. Hin und wieder erscheinen in der Axe der Cylinder einzelne Zellen von grösserem Umfang mit grossen durchsichtigen Kernen und einem denselben umgebenden körnigen Inhalt, ähnlich denjenigen Zellen, die später als farblose granulirte Blutzellen in dem ersten Kreislauf auftreten. Während die meisten Gefässanlagen noch in dem soeben beschriebenen Zustand sich befinden, sieht man zuweilen einige, namentlich am Rand des Fruchthofes, schon weiter entwickelt. Sie bilden Kanäle, deren Wände aus einer einfachen Lage von Zellen bestehen; dieselben ragen sehr stark in die Höhle des Gefässes hervor. Die ersten Gefässkanäle erscheinen innerhalb des Fruchthofes in der Regel durchaus leer von Zellen. Nur selten zeigen sich in der Höhle vereinzelte grosse granulirte Zellen von der so eben angegebenen Beschaffenheit. Dagegen sind die breiten Gefässkanäle im Bereich der sogenannten *Area vasculosa* in der Regel schon am Schluss des ersten Tages — bevor noch eine Spur eines Herzens sich zeigt — mit zahlreichen, theils farblosen, theils gelbröthlichen fein granulirten Zellen (Blutkörperchen) gefüllt, welche beim Zusatz von Essigsäure einfache oder doppelte Kerne zeigen. Wie diese ersten Blutzellen entstehen, ist Remak noch räthselhaft; es erscheint ihm wahrscheinlich, dass sie den in der Axe der Gefässanlagen befindlichen Zellen ihren Ursprung verdanken. Zwischen den aus deutlichen Zellen bestehenden Gefässanlagen und den schon hohlen Gefässen sieht man innerhalb des Fruchthofes stellenweise Verbindungsfäden von grosser Feinheit, welche, wie die spätere Entwicklung lehrt, ebenfalls Gefässanlagen sind. Von diesen Anlagen könnte man vermuthen, dass sie Verlängerungen einfacher Zellen oder Verschmelzungsproducte einfacher Zellenreihen seien, so zwar, dass die später erscheinende Gefäss-

höhle der früheren Zellenhöhle entspräche. Allein die Analogie der oben angeführten Beobachtungen spricht entschieden gegen eine solche Vermuthung. Vielmehr ist es wohl mehr als wahrscheinlich, dass auch jene fadenförmigen Anlagen Aequivalente mehrfacher Zellenreihen und dass sämmtliche Gefässhöhlen als Intercellularräume zu betrachten sind. Soweit geht die Gefässentwicklung im bebrüteten Hühnerembryo während des ersten Tages. Am zweiten und den folgenden Tagen erweitern sich die Gefässe in dem peripherischen Theil des mittleren Keimblatts dermassen, dass der Durchmesser mancher Gefässräume den der Aorta übertrifft. Auch ist der Durchmesser der meisten Gefässe stärker, als der der meisten Intervascularräume (der sog. Substanzinseln), die in der Regel eine runde oder ovale Begrenzung darbieten. Die hohlen Gefässe sind stellenweise durch solide Gefässanlagen mit einander verbunden, welche die Substanzinseln durchsetzen und in der Regel in zwei ungefähr gleiche Hälften theilen.

Diese »secundären Gefässanlagen« erscheinen durchschnittlich schmäler als die ursprünglichen Gefässanlagen am Ende des ersten Tages waren. Sie sind matt gelblich, homogen oder fein granulirt und lassen in frischem Zustand weder Zellen noch Kern erkennen. Nach Zusatz von verdünnter Essigsäure erkennt man aber, dass sie aus sehr regelmässigen kernhaltigen Zellen bestehen, deren mindestens zwei auf den Querdurchmesser kommen. Manche Anlagen sind weit feiner, kaum dicker als eine Bindegewebsfaser. An diesen Anlagen sieht man auch nach Zusatz von Essigsäure weder Zellen noch Kerne. In einigen stärkern bemerkt man zuweilen schon einen schmalen leeren, an beiden Enden geschlossenen Kanal. Ist der Kanal vollständig an beiden Enden offen, dann erkennt man auch im frischen Zustand in den Wänden halbrunde oder halbovale Auftreibungen, die in die Höhle hineinragen und, wie der Zusatz von Essigsäure lehrt, von den durch grosse Zellenkerne hervorgetriebenen Stellen der im Ganzen abgeplatteten Wandzellen herrühren. Diese Vorsprünge stehen bald mehr, bald weniger gedrängt, was von dem Umfang und Abflachungsgrad der Zellen, denen sie angehören, abhängt. Solche jungen Gefässe haben grosse Aehnlichkeit mit den Capillargefässen des erwachsenen Thiers. Blutzellen sieht man in ihnen erst, wenn sie eine entsprechende Weite erlangt haben.

Was nun die Gefässentwicklung bei den Batrachiern betrifft, so vermuthet Remak nur, dass die primären Gefässanlagen aus soliden Zellensträngen entstanden seien, deren innerer Theil in Blut, deren Aussenschicht in solide Gefässwand sich verwandelt habe. Die secundären Anlagen bilden sich aus den bekannten Ausläufern der vorhandenen Gefässe. Von einer Betheiligung von sternförmigen Zellen erwähnt Remak nichts.

Eine specielle Bearbeitung findet dieser Gegenstand in dem 1856 erschienenen Werk von Professor Th. Billroth »Untersuchungen über die Entwicklung der Blutgefässe.« Billroth's Beobachtungen über die Gefässentwicklung beim bebrüteten Hühnerembryo stimmen im Ganzen mit denen Remak's überein. Auch er gibt an, dass die primären Gefässe als solide Zellencylinder anfangs auftreten, deren äussere Schicht Gefässwand, die innere zu Blut werde. Unentschieden ist ihm die Frage, ob das erste Blutserum Zellensecret oder das Product aufgelöster Zellen sei. In den Maschen der primitiven Gefässe nimmt Billroth eine selbstständige Zellenbildung an. Die Membran dieser Zellen soll sich in Ausläufer ausziehen, mit andern Zellen zu neuen Gefässen ver-

schmelzen, während der Zelleninhalt zu einem Blutkörperchen metamorphosirt werde. Bald trete neben dieser Bildung von Blutkörperchen Theilung des Zelleninhalts, das heisst Theilung der Blutkörperchen, auf. Anderseits entsprängen von den Gefässen selbst hintereinander liegende Reihen von Zellen, deren Membran zu Gefässen, deren Inhalt zu Blutkörperchen werde. Die Vermehrung auch dieser Blutkörperchen scheint durch Theilung zu geschehen. Theilung von bereits im Kreislauf befindlichen Blutkörperchen hat Billroth nie beobachtet. Jedenfalls ist Billroth der Ansicht, dass die Blutkörperchen nicht die Repräsentanten einer ganzen Zelle seien, sondern nur der metamorphosirte Zelleninhalt, der durch Zerreissung der Zellenmembran frei geworden.

Auf diese erste Periode der Gefässbildung folge nun eine zweite, indem die in den Maschenräumen entstandenen Zellen vielfach Ausläufer treiben, die sich wieder verästeln, und mit gleichen Gebilden anderer Zellen zusammenstossend complicirte Netzformen bilden. Der Inhalt dieser Zellen werde nur noch zum Theil zum Blutkörperchen, zum Theil gehe er zu Grunde. In dieser zweiten Periode der Gefässbildung, ungefähr zu Anfang des dritten Tages, sieht Billroth folgenden Modus: Zwei oder mehrere spindelförmige Zellen mit einer schon fertigen Gefässwand zusammenhängend, legen sich neben einander und bilden so ein Gefässlumen, das in diesem Falle einem Intercellularraum entspräche. In diesem Stadium will Billroth die Zellmembran gegen das Gefässlumen geplatzt, und den zum Blutkörperchen umgewandelten Inhalt ins Gefäss hineinragen gesehen haben.

Eine tertiäre Gefässbildung endlich, im Gefässhof am Ende des dritten Tages auftretend, beschreibt Billroth so: »Indem die Neubildung von Spindelzellen immer spärlicher wird, die Intercellularräume immer mehr wachsen, bilden sich durch Sprossen von Ausläufern der Gefässwand selbst, die mit Zellen und andern Gefässausläufern zusammenstossen, neue Gefässe.« Die Umbildung des Zelleninhaltes zu Blutkörperchen sei in dieser Periode ganz verschwunden.

Die primäre Gefässbildung am Schwanz der Batrachierlarven zeigt sich Billroth folgendermassen: »Nachdem die Dotterkörperchen, die den Schwanz der eben ausgeschlüpften Larven zusammensetzen, durch das Auftreten einer Intercellularsubstanz etwas deutlicher geworden sind, sieht man solide Stränge zu beiden Seiten der *Chorda dorsalis* verlaufen, die seitlich stumpfe Ausläufer treiben. Diese letztern wachsen zusammen und bilden so ein Netz solider Cylinder. In dem Maasse als die homogene Intercellularsubstanz wächst, nimmt man an den Cylindern eine zarte Membran wahr, in deren Innern ovale mit dunklen Körnern gefüllte Körperchen, die embryonalen Blutzellen liegen. In der sich immer mehr aufklärenden Grundsubstanz des Schwanzes bemerkt man neben diesen Gefässanlagen deutlich isolirte und mit Ausläufern versehene Zellen, die anfangs ebenfalls mit dunklen Körnchen gefüllt sind, später aber einen oder mehrere rundliche Körper, embryonale Blutzellen, enthalten. Diese Zellen setzen sich mit den oben erwähnten stärkern Gefässanlagen durch Ausläufer in Verbindung.

Alsdann macht die Entwicklung der Blutgefässe einen Stillstand. Das Netz derselben nimmt etwa $^2/_3$ der Schwanzlänge vom Körper an in Beschlag und reicht seitlich noch nicht bis zur Peripherie. Es beginnt nun die Bildung der Lymphgefässe. Sobald die letztern die Peripherie erreicht haben, erwacht ein neues Leben in den Blutgefässen. Sie treiben dünne fadenförmige Ausläufer, die durch ihr Zusammenstossen neue Maschen bilden, und durch den Impuls der Blut-

säule gangbar werden. Die Bildung secundärer Zellkörper an der Theilungsstelle solcher Ausläufer sei hier ganz zweifellos. Beobachtet werden noch rundliche kolbige Ausstülpungen der Gefässwand, und die Bildung eigenthümlicher Gefässschlingen, indem ein Ausläufer sich wieder in sein Muttergefäss einsenke.

Reichert stellt in seinen »Studien des physiologischen Instituts,« Breslau, 1858, ebenfalls fest, dass die ersten Anlagen der Blutgefässe aus soliden Zellencylindern bestehen, die sich zu Blut und Gefässwandungen differenziren, behauptet aber, dass die secundär sich bildenden Gefässe nie durch Knospungs- und Ausläuferbildungsprocess der primären Gefässe entstehen können, sondern dass mit dem Wachsthum der Organe und des Thierkörpers überhaupt neue solide Zellencylinder gegeben werden, die sich an die gebildeten Gefässe anhängen und zu Gefässen werden und zwar meistens so, dass sich in dieser Weise Verbindungsbogen zwischen Arterien und Venen neu ansetzen und dann die früher bestandenen Communicationen zwischen Arterien und Venen zu Grunde gehen.

Professor Frey ist in seiner Histologie und Histochemie des Menschen, Leipzig, 1859, pag. 436, ebenfalls der Ansicht, dass die embryonalen Anlagen der zuerst auftretenden Circulationsbahnen aus soliden Zellencylindern entstehen; er bestätigt aber gegenüber der Reichert'schen Ansicht die Angaben von Schwann, Kölliker und andern Forschern, denen zufolge die Capillaren aus einfachen Reihen hintereinander gelagerter Bildungszellen und durch Ausläufersprossungen sich bilden und durch Zellenauflagerungen zu Gefässen von complicirterem Bau emporsteigen.

Was nun unsere eigenen Untersuchungen betrifft, so benutzten wir die Materialien, die uns Zufall und Jahreszeit während einiger Sommerwochen lieferten. Wir wandten uns zuerst zu den so vielfach untersuchten Froschlarven, weniger in der Absicht, erhebliche neue Resultate zu gewinnen, als vielmehr in dem Gedanken, manche sich widersprechende Angaben neuerer Schriftsteller durch Autopsie zu prüfen.

Die Froschlarven, die uns behufs der Untersuchung zu Gebot standen, waren leider alle schon ziemlich vorgerückt, indem die kleinsten 6 ''' massen.

Um zuerst mit einigen Worten der Lymphgefässe (Fig. 11 und 12) zu gedenken, so ist es leicht, im Wesentlichen sich von der Richtigkeit der Kölliker'schen Angaben zu überzeugen. Ihre stark ausgebuchteten und häufig in Zacken auslaufenden Wandungen, ihr farbloser Inhalt, das Eigenthümliche der Verzweigungen, sowie der Mangel der Anastomosen zwischen benachbarten Stämmen unterscheiden sie genügend. Allerdings gibt es einzelne Blutcapillaren im Schwanz der Froschlarven, die bei ungenauer Beobachtung eine Verwechslung veranlassen können, Stämmchen, welche längere Zeit nur Blutplasma ohne Zellen enthalten und statt einer glattrandigen eine oftmals stärker zackige Wand erkennen lassen.

Auffallend war uns bei Untersuchung der Lymphgefässe eine Verdickung der Wand, welche durch aufgelagerte Bildungszellen der Nachbarschaft erfolgte, eine Bildung, die wir bei den Blutgefässen der Froschlarven vergeblich suchten, die aber, wie sich weiter unten ergeben wird, an

Blutcapillaren anderer Theile leicht wahrzunehmen ist. Eines dieser Verhältnisse haben wir Fig 11 *a* gezeichnet und dieses Verhältniss anderwärts mit aller Schärfe mehrfach beobachtet. Es scheint, so weit wir sahen, dass weniger spindel- als sternförmige Zellen zu diesen Anlagerungen dienen. Eine erhebliche Bedeutung gewinnt indess dieser Vorgang der Anlagerung hier wohl kaum, so dass eine zusammenhängende Verdickungsschicht der Wand etwa hiedurch gebildet würde. Dazu ist der Froschlarvenschwanz eine allzuvergängliche Bildung. Was das Längenwachsthum der Lymphgefässe anbetrifft, so geschieht dieses ähnlich denjenigen der Blutcapillaren durch Ausläufer vom vorhandenen Gefässe aus und durch Verschmelzung mit den Fortsätzen benachbarter Bildungszellen. Letztere zeichnen sich nach Allem, was wir sahen, durch eine grosse Zahl von Fortsätzen sowie durch Verästelung der letzteren aus. Lange Verbindungsfäden zwischen Zelle und Lymphgefäss nach Art der in der Blutbahn vorkommenden Bildungen (siehe unten) haben wir bei unsern freilich nicht sehr zahlreichen Untersuchungen niemals bemerkt, ebenso wenig, als wir eine nur mit drei Ausläufern versehene Bildungszelle in Verschmelzung mit einem Lymphgefäss antrafen. Ein eigenthümliches Beispiel liefert uns wieder unsere Fig. 11 bei *b*. Hier verbindet sich der eine Zellenausläufer erweitert in Form einer feinen Röhre (*c*) mit der Aussenfläche des Lymphgefässes, ohne dass eine Communication der *Lumina* schon existirte, oder die Lymphgefässwandung an dieser Stelle eine irgendwie erhebliche Ausbuchtung zeigte. Auch dieses letztere Verhältniss werden wir bei den Blutcapillaren wiederkehren sehen.

Gehen wir jetzt zu den Bildungsverhältnissen der Blutcapillaren im Froschlarvenschwanz über, so können wir im Allgemeinen die Angaben Kölliker's und Billroth's nur bestätigen. Wir verzichten auf eine Beschreibung der Gefässanordnung dieses Theiles um so mehr, als Ecker in seinem bekannten Kupferwerk kürzlich eine vortreffliche bildliche Darstellung davon gegeben hat (*Icones physiologicae Fab.* III. *Fig.* I. Leipzig, 1851—59). Interessant war uns eine Beobachtung, die wir häufig mit Hülfe sehr starker Oberhäuser'scher Objective zu machen im Stande waren. Untersucht man nämlich bei günstiger Beleuchtung und sonstigen microscopischen Cautelen die Wand der Capillaren, so bemerkt man an einem Theil wenigstens eine doppelte Contour, freilich mit sehr genäherten Begränzungslinien und manchmal einen seitlich liegenden Kern, welchen die hier sich erweiternden Linien einzuschliesen scheinen.

Bekanntlich hat in neuerer Zeit His in einer schönen Arbeit über die Thymus (Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Band X, Heft III, Seite 333) das gleiche an den Haargefässen verschiedener Körpertheile der Säugethiere und des Menschen beobachtet, und es ist in der That leicht, die Richtigkeit seiner Angabe zu bestätigen. Wir sind indessen weit entfernt, allen Haargefässen des Froschlarvenschwanzes diese doppelten Begrenzungslinien zusprechen zu wollen. Ein anderer auffallender Umstand, der gleichfalls nicht zu den seltenen Vorkommnissen bei den Froschlarven von angegebener Grösse gehört, ist das Auftreten zahlreicher, meist sehr feiner und kurzer, fadenförmiger Verlängerungen der Haargefässwandung (Fig. 9, *a*.). Bisweilen tritt an dem blinden Ende eines sich bildenden Haargefässes ein ganzes System dieser Ausläufer hervor (Fig. 5, *a*). Gerade auf diesem Wege kann jene Aehnlichkeit der Blutgefässe mit Lymphcapillaren entstehen, von der wir oben sprachen.

Wir glauben diese Spitzen und Ausläufer auf die Beschaffenheit früherer Bildungszellen beziehen zu müssen. Ebenso dürften einzelne dieser Ausläufer später (vielleicht nach einer längern Zeit der Ruhe und Unthätigkeit) plötzlich einem Wachsthum und einer Verlängerung anheimfallen, und so jene Fortsätze der Haargefässwandung bilden, die seit den Tagen Schwann's bekannt, Plattner, Meyer, Billroth und Andere so mannigfach beschäftigt haben.

Wir verzichten von den Kernen der Blutcapillaren zu sprechen, indem wir die vorhandenen Angaben nur betsätigen können, nicht aber im Stande sind, etwas Neues hinzuzufügen. Ohnehin zeigen einzelne unserer Abbildungen (Fig. 2, 6) diese Nuclearformationen zur Genüge.

Indem wir nun zu den Hauptverhältnissen übergehen, bieten sich uns hier die beiden Vergrösserungsweisen der Haargefässe, nämlich die durch einander zutreibende Fortsätze benachbarter Röhren und die durch Ausläufer in der Nähe liegender Zellen zur Besprechung dar. Es scheint, dass die beiden Bildungsvorgänge zeitweise gleichzeitig neben einander vorkommen, zeitweise sich förmlich den Rang streitig machen, so dass die eine eine gewisse Periode hindurch dominirt, während die andere nur spärlich zur Beobachtung gebracht werden kann und umgekehrt. So hatten wir beispielsweise einige Tage lang Krötenlarven von 6''', bei welchen die kurzen spitzen Ausläufer der Capillarwandung fehlten, die aber zahlreiche fadenförmige Verbindungen von Haargefässen unter einander und deutliche, wenn auch seltene Verbindungen von Capillaren mit sternförmigen Zellen unter dem Mikroskop zeigten; während uns umgekehrt grössere Froschlarven von 8''' und mehr zuweilen überraschend häufige Zellenverbindungen darboten. Wir sind im Uebrigen diesen Verhältnissen nicht sorgsam genug gefolgt, so dass wir hier auf die Arbeit von Billroth einfach verweisen, um so mehr, als dieser Forscher ausgedehnte Beobachtungen über jenen Gegenstand gemacht hat.

Wenden wir uns zunächst zur Vergrösserung der Haargefässe durch Zellen. Hier sind die Verhältnisse entschieden mannigfacher Natur, indem nicht bloss Bildungszellen mit wenigen Ausläufern, sondern auch spindelförmige, d. h. also nur mit zwei Fortsätzen versehene, sowie vielstrahlige an dem Process der Gefässverlängerung Antheil nehmen. Allerdings scheinen dreistrahlige Zellen am häufigsten zur Verlängerung der Capillarröhren zu dienen, womit auch die bekannte Form der Capillarverzweigung, d. h. das Zerfallen eines Stammes in zwei Aeste, im Einklang steht. Die Länge der Ausläufer dieser dreistrahligen, mit bläschenförmigen Kernen versehenen Zellen scheint sehr variabel auszufallen, indem kürzere und längere und sehr lange Zweige vorkommen. Zuweilen theilt sich einer dieser Fortsätze in einiger Entfernung von der Zelle aufs Neue, so dass Bilder entstehen, ähnlich demjenigen, welches wir Fig. 4, *d*, f, g gezeichnet haben.

Verhältnissmässig selten trafen wir, an dem Process der Gefässverlängerung Theil nehmend, die zweite Zellenform, die spindelartige (Fig. 6, c); oft mit sehr langen, dünnen, fadenförmigen Fortsätzen, und stets mit einem deutlichen eingeschlossenen Kern, wenn man anders zur Erkennung desselben sich der Essigsäure bedient. Auffallend war mehrfach der Umstand, dass der in der Zellenanschwellung gelegene *Nucleus* nicht die gewöhnliche ovale Bläschenform erkennen liess, sondern in Gestalt eines viel längern schmälern Körpers mit mehrfachen *Nucleolis* sich zeigte. Eine secundäre, d. h. nachträgliche Entstehung eines Kerns in einer derartigen spindelförmigen Anschwellung haben

wir niemals entdecken können, und halten einen solchen mit dem gegenwärtigen Standpunkt der Zellenlehre nicht mehr vereinbaren Entwicklungsgang für unbegründet. Ueberhaupt hüte man sich, in jeder spindelförmigen Aufschwellung eines Capillarrohrs eine derartige Zelle erblicken zu wollen. Solche Erscheinungen kommen zufällig bei der Zartheit des Objects durch Druck, Wassereinwirkung, Stauung des Blutplasma häufig genug vor. Wir halten desshalb die darauf bezügliche Meyer'sche Angabe (siehe oben) für durchaus unbegründet, wie uns denn auch Theilungen der Capillarkerne bei den Froschlarven niemals begegnet sind.

Wir wenden uns endlich zur dritten und letzten Zellenformation, zur vielstrahligen. Gestalt, Ansehen derselben, die wechselnde Zahl der Ausläufer, die Verzweigung der Aeste mögen einige unserer Zeichnungen (Fig. 5, *d, e*, 6, *d*, 7, *d*) versinnlichen. Die ganze Gestalt erinnert, trotz der bedeutenden Grösse, an jene Zellen, die das Maschennetz in den Alveolen der Lymphdrüsen, den Peyer'schen Kapseln, den *Acinis* der Thymus etc. darstellen, also dem üblichen Sprachgebrauch der heutigen Gewebelehre an stark ramificirte Bindegewebskörperchen, für welche wir sie auch gleich ihren dreistrahligen und spindelförmigen Gefährten erklären möchten, so dass es eben unserer Anschauung nach von Zufälligkeiten abhängt, ob etwa diese oder jene benachbarte Bindegewebszelle zur Verlängerung des Capillarrohrs benützt werde.

Kehren wir zu den vielstrahligen Zellen zurück. Die Ausläufer derselben, welche an Fortsätze des Capillarrohrs sich ansetzen, sind bald sehr kurz (Fig. 5, *e*), bald von mässiger Länge (Fig. 5, *c*, 7, *d*, 8, *d*) bald umgekehrt wieder einmal sehr lang. (Fig. 6, *d*.) Bei der Gestalt, die später die Capillarröhre zeigt, versteht es sich von selbst, dass nachträglich die übrigen Ausläufer unserer sternförmigen Bildungszellen, welche nicht mit Gefässröhren sich verbinden, der Verkümmerung meistens bis zum völligen Verschwinden anheimfallen.

Wenn sicher die Betheiligung jener Bildungszellen an dem Aufbau der Haargefässe mit dem grössten Unrecht geläugnet wurde, so bedarf es anderseits vieler Aufmerksamkeit, um nicht irrthümlich derartige Verbindungen viel häufiger zu erblicken, als sie in Wirklichkeit vorkommen; denn oftmals genug glaubt man beim ersten Blick sie vor sich zu haben, während ein genaues Untersuchen, ein sorgfältiges Einstellen des Focus lehrt, dass der Fortsatz über oder unter dem Capillarrohr wegläuft, statt sich mit demselben zu verbinden.

Indess ist es nicht immer nothwendig, dass ein hohler Fortsatz des Gefässrohrs dem zutreibenden Zellenausläufer entgegenkommt. Man sieht häufig Verhältnisse, ähnlich dem, welches wir in Fig. 2, *a* gezeichnet haben, wo es dem Ermessen des Beobachters anheimgegeben ist, ob er in der Verbindungsstelle einen nicht hohlen Ausläufer des Capillarrohrs sehen will, der die spindelförmige Zelle trifft, oder umgekehrt nur einen Ausläufer der Zelle, der mit verbreiteter Berührungsfläche an der Haargefässwand sich befestigt.

Wir wenden uns zur zweiten Vergrösserungsform der Haargefässe, d. h. derjenigen durch einfache Ausläufer ohne Betheiligung benachbarter Zellen. Dieselbe kömmt als eine im Allgemeinen sehr häufige Erscheinung, aber in den verschiedensten Formen, zum Vorschein. Einmal sehen wir das fadenförmig verdünnte Ende eines Capillargefässes mit dem fadenartig auslaufenden Seitenfortsatz eines andern auf diese Weise sich vereinigen (Fig. 4, 5, *b*, *b*), und zwar dürfte dieses, soweit unsere

Beobachtungen reichen, ein sehr häufiges Verhältniss sein. Ebenso bemerkt man manchmal zwei einander zugekehrte fadenförmig auslaufende Capillaren eine analoge Vereinigung eingehen. Doch ist dieses Bild immer ein trügerisches, vieldeutiges, indem sehr wohl eine in der Mitte eingetretene Verengerung eines schon wegsamen Capillarrohrs das gleiche Ansehen gewähren kann. Dienen auch die meisten dieser fadenförmigen Ausläufer zur Verknüpfung benachbarter Gefässröhren, so kommen doch noch eine Menge anderer sonderbarer Formen zum Vorschein, sobald man diesem Bildungsprocesse genauer nachgeht. Verhältnissmässig nicht gar selten sind Formen, wie wir sie Fig. 4, *c* gezeichnet haben, wo ein und dieselbe Haargefässröhre in einer bald grössern bald geringern Entfernung an der einen Seite zwei Fortsätze treibt, die sich in der Gestalt des Bogens mit einander verbinden. — Eine andere bizarre Gestalt stellt Fig. 9 dar. Ein fadenförmig auslaufendes Capillarrohr (*a*) geht in Form der Schlinge (*b*) in einen weiter zurückgelegenen Seitenfortsatz seiner eigenen Wand (*c*) über. Ein drittes sonderbares Verhältniss stellt Figur 4 dar. Ein fadenförmig ausgezogener Seitenfortsatz der einen Röhre (d) geht in zwei andere eines benachbarten Haargefässes über, die aus der Theilung eines Seitenfortsatzes selbst erst entstanden sind. Solche Bilder (f, g, e) und es würde leicht sein, ihre Zahl sehr zu vermehren, zeigen, wie der Zufall auch in diesem Entwicklungsprocesse eine Rolle spielt. Ein anderes auffallendes Verhältniss wollen wir hier noch erwähnen. Gehen auch vielfach benachbarte sternförmige Zellen mit einzelnen ihrer Ausläufer nur über diese schlingenförmigen Verbindungen weg (Fig. 9, *d*), so kommt doch anderseits ganz entschieden, wenngleich selten, die Anordnung vor, dass ein solcher Zellenausläufer mit der Schlinge sich wirklich verbinden kann, bisweilen mit leichter dreieckiger Anschwellung an der Verbindungsstelle (Fig. 8, *d*). Die uns bisher beschäftigenden fadenförmigen Verbindungen geschehen im Uebrigen theils durch von Anfang an hohle Fortsätze des Capillarrohrs (Fig. 4, c), theils durch Ausläufer, die durch eine trennende Linie von dem Capillarrohr geschieden heraustreten und zwar bald an beiden, bald nur an einem Ende der schleifenförmigen Vereinigung (Fig. 2, a). Derselbe Dualismus der Theilung tritt auch hier bei den Zellenverbindungen natürlich auf.

Ueberhaupt kommen an den entstehenden Haargefässnetzen des Froschlarvenschwanzes noch gar manche sonderbare Erscheinungsformen zur Beobachtung, deren Deutung mehr oder weniger problematisch bleiben muss. So kehrt gar nicht selten ein bereits wegsames Capillarrohr in Gestalt einer oft sehr engen Schleife in sich zurück (Fig. 7, *a*), oder wir sehen ein Haargefäss plötzlich unter spitzem Winkel in zwei gleich weite Aeste zerfallen, die nach kurzem, wenig convexem Verlauf wiederum zusammenstossen, und so die Röhre fortsetzen (Fig. 3, *c*, *b*). Ja es kann dieses, wie wir in einem Falle fanden, in kurzem Intervall zweimal sich wiederholen (Fig. 7, *c*, *b*). Etwas analoges zeigen beiläufig auch die Lymphgefässe (Fig. 12, *a, b*).

Ein Verhältniss jedoch glauben wir am Schluss dieser Besprechung als entschieden irrig zurückweisen zu müssen. Es sind dies die von Billroth geschilderten kolbigen seitlichen Ausbuchtungen der Capillarwand. Allerdings haben wir sie häufig genug gesehen, und zwar um so häufiger und zahlreicher, je länger die Froschlarven sich unter dem Mikroskop befanden, je mehr durch Druck, und durch Stagnation der Blutsäule etc. das normale Verhalten getrübt war. Als wir eine Reihe von

Beobachtungen anstellten, wo mit möglichster Schonung der Froschlarvenschwanz der mikroskopischen Analyse unterworfen wurde, vermissten wir diese Divertikel gänzlich, so dass wir nicht im Mindesten Anstand nehmen, sie für Kunstproducte zu erklären.

Dieses sind in Kürze die Resultate unserer Beobachtungen über jenes Thema. Die nachfolgenden, leider nur sehr fragmentarischen Untersuchungen betreffen die Embryone von Säugethieren und einen sehr frisch erhaltenen menschlichen Fötus, und wurden theils an der Allantoide, theils (und ganz besonders) an den Gefässhäuten des Auges, namentlich der so vielfach durchmusterten *Membrana capsulo-pupillaris* angestellt. Wir benützten theils das frische Gewebe, theils passende Chromsäurepräparate. Letztere erhält man am zweckmässigsten so, dass man eine Lösung benützt, in der 1000 Theile destillirten Wassers 1—2 Theile Chromsäure enthalten. Wir lassen diese Untersuchungen, die sich theils auf die Verlängerung der Capillaren, theils auf die Umwandlung schon vorhandener Gefässe zu complicirteren Stämmen beziehen, zunächst der Reihe nach folgen, und werden erst am Schlusse unserer Beobachtungen etwa sich ergebende allgemeine Resultate, sowie den Vergleich mit den Froschlarven in den Kreis der Betrachtungen ziehen.

I. Untersuchung eines $3\frac{1}{2}$ zölligen Kalbsfötus. Zur Beobachtung wurde vorzugsweise die Allantoide benutzt. Capillaren in der Wand derselben zeigten uns nichts besonderes. Das Netz war dicht, mit rundlichen Maschen, das Lumen der Gefässe ziemlich weit. Weitere Entwicklung des Gefässnetzes durch Ansetzung sternförmiger Zellen oder fadenförmige Ausläufer liess sich nicht beobachten; daher richteten wir die Aufmerksamkeit auf grössere Blutgefässe, auf Stämme von 0,05‴ Querschnitt bis zu Aesten von 0,0125‴ herab. Hier stellte sich folgendes heraus: Gefässe in dem Schleimgewebe der Allantois eingebettet zeigten eine sehr stark entwickelte *Tunica adventitia* (Fig. 16, 18, 20 *b b b*). Es konnte die Dicke derselben an einer Seite dem Lumen des ganzen Gefässes gleich kommen (Fig. 16, 18), ja dieses selbst bedeutend übertreffen (Fig. 20). So fanden wir bei einem Lumen von 0,005715—0,00686‴ eine Totaldicke von 0,01143—0,016‴. Ja es konnte bei ungefähr gleichem Lumen die äussere Haut das doppelte der Dicke annehmen. Bisweilen war die *Cellulosa* an einer Seite doppelt so dick, wie an der andern (Fig. 20 *b* rechts und links), ohne dass man die Präparation hätte beschuldigen können. Ein ziemlich feines Gefäss bot ein Lumen von 0,004572—0,005715‴ dar, während die Dicke auf 0,01734—0,02057‴ sich erhob, und an der verengtesten Stelle noch immer 0,01371‴ war. Die *Adventitia* zeigte Bindegewebskörperchen von spindelförmiger Gestalt, einer Länge von 0,01143‴ an bis zu 0,02286‴ und mehr mit langen fadenformigen Ausläufern, gerade so wie sie im Nabelstrang des menschlichen Embryo vorkommen. (Frey's Histologie pag. 263, Fig. 153). Die Zwischensubstanz der Cellulose war überall ein schönes faseriges Bindegewebe mit lockigem Verlauf der Bündel. Die Menge der Bindegewebskörperchen selbst war mässig, ihre Kerne alle bläschenförmig meist mit doppelten oder mehrfachen Kernkörperchen; die Kerne waren ungefähr 0,0025‴ lang bis zu 0,005715‴, selten breiter als 0,00286‴. Die angeführten Quermesser der Kerne sind auch zugleich die der Bindegewebskörper-

chen selbst. Höchst auffallend war an allen diesen Gefässen die totale Abwesenheit einer Mittelschicht. Nur bei Essigsäureeinwirkung ergaben die gequollenen Blutkörperchen der Gefässe durch ihr Gegeneinanderdrängen bisweilen das Trugbild quergelagerter Kerne. Jedoch der Umstand, dass nie der Aussenrand der *Intima* von ihnen überschritten wurde, sowie, dass bei Druck die Zellen sich austreiben liessen, und so die Kerne zum Verschwinden gebracht wurden, zeigte, um was es sich handelte. Was die *Intima* betrifft, so erschien dieselbe bei schwacher Vergrösserung an den uns beschäftigenden Gefässen mit einfacher, bei sehr starker Vergrösserung, mit ganz deutlich doppelten Contouren (Fig. 18, 20 *a*) als eine dunkle, feste, homogene Membran. Die Anwendung concentrirter Essigsäure liess, wenigstens in einem Theil der Gefässe, die Kerne der *Intima* vortrefflich erscheinen. Diese Kerne, völlig anders als die der Aussenschicht, zeigten sich lang, schmal, an den Enden abgerundet oder zugespitzt, 0,00686—0,008‴ im Maximum lang, aber nur 0,0011 — 0,0001‴ breit. Da, wo die Contour der *Intima* doppelt war, bemerkte man einzelne Kerne deutlich in der Dicke der Wand liegend (Fig. 18, *a*), so dass sich dieselbe hier bis zur Stärke von 0,0011—0,0001‴ erhob. Auffallend an diesen Gefässen war der lange isolirte Verlauf, die geringe Entwicklung der Aeste, sowie die verhältnissmässig vorgeschrittene Bildung der Cellulose verglichen mit dem, was die *Membrana capsulo pupillaris* fünfzölliger Schweinsembryone (Fig. 19) erkennen lies. Hier war nämlich die *Cellulosa* (*b*) nichts als eine Ansammlung sich unmittelbar berührender, flacher oder rundlicher, verlängerter Zellen mit bläschenförmigen Kernen und die ganze Schicht viel dünner und blasser.

Zur Vergleichung legten wir die *Membrana capsulo-pupillaris* unseres Kalbsfötus bloss. Die Gefässe (Fig. 13, 14, 15) stellten entwickelte Netze dar, bestehend aus meistens weitmaschigen Röhren. Die engsten zeigten eine Dicke von 0,0025‴, feine von 0,00343 — 0,00457‴; die grosse Mehrzahl war 0,005715 — 0,008 — 0,00914‴ messend. Alle diese Gefässe ohne Ausnahme standen auf der Stufe reiner Haargefässe, versehen mit structurloser, doppelt contourirter Wand mit zahlreichen, ovalen und fast runden bläschenförmigen Kernen von 0,00229‴ höchstens 0,00343‴ Länge und mehrfachen Kernkörperchen. Die Querreihe der Kerne war eine doppelte, drei-, vier-, ja mehrfache. Daneben bemerkte man nicht selten bald spärlich, bald in grösserer Menge schmale, lange kernkörperchenlose Kerne (Fig. 15), die offenbar auf das Epithel zu beziehen waren. Einigemal sah man durch dünne fadenförmige Ausläufer benachbarte Gefässe zusammenhängen (Fig. 13 *a*). Ebenso bildeten sich mehrmals spitze Bruchsäcke der Gefässwand, denen aber kein analoger Ausläufer des benachbarten Gefässes entgegen kam. Gleichfalls zeigte sich zweimal ein rundlicher Bruchsack (Fig. 15 *a*), in dem mehrere Kerne lagen, von dem es aber schwer zu sagen war, ob er normal oder ein Kunstproduct des erweichten Gewebes sei. Wie sehr überhaupt durch anatomische Misshandlung das ganze Ansehen sich ändert, lehrten benachbarte Stellen, wo in Folge der Zerrung die Röhren ganz gerade gestreckt, ganz verengt das bekannte Bild der Hirncapillaren wiederholten. Nach dem, was unser Bild zeigt, möchte man fast zur Annahme sich veranlasst sehen, dass die Bildung des Blutgefässnetzes der *Membrana capsulo-pupillaris* schon früh sich beendigt, so dass in der Folge keine neuen Netze in irgendwie erheblicher Menge entstünden, sondern nur die vorhandenen sich streckten und die dazwischen liegenden Maschen sich vergrösserten.

Doch bedürfte es dazu genauerer vergleichender Untersuchungen sowie Messungen der Capillaren. Wir ziehen es daher vor, diese Materie nachfolgenden Forschungen zu überlassen.

II. Aus der Umgebung des Nabelstrangs vom Kaninchenembryo von 1 Zoll. Das Gewebe ist ein glasartiges Schleimgewebe mit Zellen von 0,005715—0,008—0,01143''' (Fig. 22 *h*, *i*, *k*, *l*). Die Länge der Kerne beträgt 0,004572—0,005715'''. Sie sind von deutlich bläschenförmiger Beschaffenheit und füllen meist die Zellenhöhle vollständig aus. Die Zellen erscheinen rundlich (*l*), spindelförmig (*h*) oder dreistrahlig (*i*, *k*), die Entfernungen von einander ziemlich gross. Es boten sich mehrmals dem Auge Haargefässnetze dar, blutleer von knotigem Ansehen, an weiten Stellen 0,005715 — 0,008 — 0,00914 ''' breit mit rhombischen Maschen und sehr zarter Begrenzung. Eines der characteristischen stellt unsere Figur dar. Die primäre Gefässmembran (*a*, *b*, *c*, *d*) ist sehr fein, vielfach gefaltet; einzelne Kerne mehr rundlich, meistens 0,004572''' messend, scheinen ihr anzugehören. Man sieht mit grösster Deutlichkeit eine Auflagerung der benachbarten Zellen des Schleimgewebes bald fest, bald lose, bald ganz äusserlich. Höchst eigenthümlich ist eine Stelle, wo das Capillarrohr drei Fortsätze abgibt, einen zu einem nach oben verlaufenden fertigen Haargefäss (*e*), zwei andere zu anhängenden Zellen des Schleimgewebes (*f*, *g*). Sehr merkwürdig ist noch eine zweite Stelle (*h*, *i*, *k*). Hier geht das Gefäss (*b*) in eine Reihe spindelförmiger Zellen über (*h*), die feine Fortsätze bilden. Diese Zellen endigen mit einer sternförmigen, welche dann mit einem Netz strahliger Zellen des Schleimgewebes zusammenhängt (*i*, *k*).

Höchst auffallend erscheint alsdann noch der Umstand, welcher durch Fig. 21 versinnlicht wird, dass sowohl von stärkern Stämmen (*a*, *h*) als Haargefässen (*b*) Fortsätze (*d*, *f*, *g*) abtreten, die sich sehr bald um ein bedeutendes verschmälern. Während an diesen Fortsätzen anfangs ein Lumen sichtbar ist, so verschwindet diese Höhlung in Folge der Verschmälerung bald so, dass man ein Bindegewebsbündel zu sehen glaubt. Verfolgt man diese Bündel weiter, so bemerkt man hie und da eine Theilungsstelle, ein Zerfallen in zwei Aeste. Stamm und Aeste wurden mehrmals gemessen. Letztere betrugen 0,0011—0,001'''. An der Stelle des Zusammenstosses (*e*) bemerkte man in keiner Weise mehr einen Kern. Interessant ist der Umstand, dass die Aeste gegen andere Gefässe verfolgt werden können, sich an diese ansetzen, sei es mit oder ohne Verbreiterung, hier aber ganz sicher noch nicht in das Lumen der Gefässe sich einsenken, sondern nur der Aussenfläche anhängend bleiben (*d*, *a* und *f*, *h*).

Aehnliche Beobachtungen, aber an kleinern Schweinsfrüchten von 2½ Zoll Ausmass über ganz kurze Verbindungsfäden theilt schon Prof. Frey mit (siehe seine Histologie Seite 437, Fig. 275 3, *a*, *b*). Auch diese Verbindungsfäden fanden sich wieder. Manche gingen bis auf 0,1 —0,166''' ohne eine Anschwellung in der Mitte zu führen. Andere Verbindungsfäden liessen sich eine Linie und mehr über das Sehfeld verfolgen, verästelten sich noch mehrfach, wurden mitunter wellenförmig gebogen, einem Bindegewebebündel täuschend ähnlich, gingen aber mit ihrem Astsystem schliesslich an oder in grössere Blutgefässe hinein, so dass auch hier über ihre Deutung kein Zweifel herrschen konnte. Das Gewebe war vollkommen glasartig, nur ganz sparsam rundliche Zellen führend, die zum Theil aussen an den Gefässen lagen.

In einer frühern Zeit scheinen diese Zellen häufiger zu sein und zur Auflagerung auf vorhandene Gefässe zu dienen.

III. Untersuchungen der *Membrana capsulo-pupillaris* von fünfzölligen Schweinsembryonen. Die Blutgefässe verhalten sich im Allgemeinen in den bekannten Formen. Die Zellenauflagerung ist mitunter von einer Deutlichkeit, die nichts zu wünschen übrig lässt. Man bemerkt Haargefässe, die seitlich von den grössern Gefässen entspringen, oft unter sehr spitzen Winkeln. Die grössern Gefässe messen in der Dicke 0,00686—0,008—0,01143—0,016—0,02286‴. Sie erscheinen in Folge der Chromsäurewirkung knotig. Dasselbe bemerkt man auch, freilich weniger stark ausgesprochen, an den Haargefässen, die ziemlich weit sind, einen Durchmesser von 0,00343 — 0,00457 ‴ besitzen. Die Kerne der Capillargefässe sind bläschenförmig und messen 0,00229 — 0,00286‴. An den grössern Gefässen bemerkt man bläschenförmige Kerne (Fig. 24) ungefähr von derselben Grösse 0,00229—0,00343‴ bald mehr rundlich, bald mehr oval. Die aufgelagerten Zellen (*b*), deren Wände keineswegs immer scharf zu erkennen sind, messen in der Länge 0,01143—0,00914‴ und weniger. Doch ist die Beobachtung bei der ungenauen Begrenzung jener nicht ganz genau.

Es hat diese Beobachtungsweise über die Blutgefässe der Säugethierembryone auf der einen Seite unstreitig manches ergeben, was an die Blutgefässe des Froschlarvenschwanzes erinnert, anderseits ist die Bildung der zuletzt geschilderten Ausläufersysteme vielfach eine schwer verständliche. Wo sie, wie in Fig. 21 bei d, f als Fortsätze aufgelagerter Zellen betrachtet werden müssen, reimt sich das Ganze mit unsern gegenwärtigen histogenetischen Anschauungen, wo dagegen diese Fortsätze äusserlich von einem Gefäss ihren Ausgang nehmen, ohne dass eine Zelle sie entspringen liess, erhält die ganze Bildung etwas räthselhaftes. Schon früher haben wir beim Froschlarvenschwanz das gleiche Moment hervorgehoben. Es genügt die Bemerkung, dass die letztere Ursprungsweise eine häufige an der betreffenden Augenhaut der Schweinsembryone ist.

IV. Aus frühern, von Prof. Frey angestellten Untersuchungen, betreffend die Gefässe der *Membrana hyaloidea* eines ganz frischen, fünfmonatlichen menschlichen Embryo heben wir zum Schluss noch einige Punkte hervor.

Die Haargefässe dieses Theils zeigten Durchmesser von 0,0029—0,00343—0,004572—0,005715‴ eine primäre, structurlose Membran mit den characteristischen längsovalen Kernen, kurz ganz das gewöhnliche Ansehen. Auffallend war dagegen ein Umstand, der sehr häufig zur Beobachtung kam, uns bereits aus dem frühern bekannt ist, und lehrt, dass es sich hier um ein allgemein verbreitetes Bildungsgesetz handelt. Von den Zellen der Umgebung, rundlichen, mit bläschenförmigen Kernen versehenen Gebilden von 0,00343 — 0,004572‴ hatten sich sehr viele den Haargefässen bald mehr bald weniger äusserlich aufgelagert, so dass ihre Umbildung zu stärkeren und complicirteren Stämmen in vollem Gang war. Die Auflagerung geschah entweder in gedrängterer Folge, wie wir es bei Säugethierembryonen vielfach geschildert haben (Fig. 17), wo dann einzelne dieser Zellen bisweilen nur lose anhingen (*b*), oder die Zellen lagerten sich sparsam in grössern Abständen dem Haargefässe auf (Fig. 23). Auffallend war dabei namentlich der Umstand, dass nicht selten die Zellen nach der einen Seite in einen feinen Fortsatz übergingen, der der Gefässwand

anhängend erschien, während der rundliche Zellenkörper eine solche Anlagerung viel unvollkommener erkennen liess. (*c*, *c*).

Fassen wir zum Schluss die am Säugethier gewonnenen Resultate zusammen, und vergleichen wir sie mit dem der Froschlarven, so tritt unverkennbar für das Wachsthum und die Vergrösserung der Capillarnetze bei beiden Thiergruppen, Amphibien wie Säugern, der Ansatz der Zellen als allgemeines Gesetz hervor. Auffallend erscheint es dagegen, dass die Vergrösserung des Capillarnetzes durch Ausläufersysteme, die bei den Froschlarven zu gewissen Zeiten so ungemein wichtig ist, beim Säugethier zurücktritt, keineswegs überall nachgewiesen werden kann, ja sogar, wie wir glauben, mehr ein Ausnahmsverhältniss als die Regel bildet. Dagegen tritt beim Säugethier die Umwandlung embryonaler Gefässröhren mit dem ursprünglichen Character der Capillaren zu complicirteren Stämmen durch Auflagerung von Bildungszellen in verbreitetster Weise hervor. Ebenso lassen unsere Beobachtungsreihen die spätern Geschicke dieser Zellenaufbettung erkennen. Sie verwandelt sich, wie wir sahen, zur *Tunica cellulosa,* indem die Zellen durch Verlängerung zu Bindegewebskörperchen werden, und die faserige Zwischensubstanz als die nachträglich erzeugte, fibrillär zerfallene Intercellularmasse betrachtet werden muss. Warum in dem einen Fall diese aufgelagerten Zellen als sich berührend getroffen werden, während sie an andern Röhren durch weite Abstände getrennt sind, vermögen wir nicht anzugeben. Ebenso wenig sind wir im Stande gewesen, über jenes fatale Verhältniss einen Aufschluss zu gewinnen, wie bei der Bildung fadenförmiger Ausläufer Fortsätze, die früher sich an die Gefässwand nur ansetzten, allmälig zur Einmündung in das Lumen der Gefässe gelangen. Es ist übrigens dieses ein analoger Umstand, wie die Verbindung der Haargefässe mit grösseren Stämmen, das heisst von Gebilden, die als verschmolzene Zellenhöhlen aufzufassen sind, mit andern Theilen, die die Bedeutung von Intercellularräumen wenigstens vielfach besitzen. Dass wir unter letztern die grösseren Gefässe, unter ersteren die Capillaren verstehen, bedarf für den sachkundigen Leser wohl keiner weitern Bemerkung.

Ich bemerke zum Schlusse dieser Abhandlung, dass alle diese Untersuchungen im physiologischen Laboratorium des Herrn Professor Frey, und unter seiner Anleitung angestellt wurden, und dass der Letztere von der Richtigkeit sämmtlicher Beobachtungen sich überzeugte.

Erklärung der Tafel.

Die Figuren 1—12 aus dem Schwanz der Froschlarven sind bei 200—300fachen Linearvergrösserungen, die Figuren 13—24 von Säugethier- und Menschenembryonen bei 300—400facher gezeichnet.

Fig. 1. Ein Capillargefäss a aus dem Schwanze einer Froschlarve geht nach abwärts in eine dreistrahlige Zelle b über, welche zwei weitere Fortsätze nach unten sendet und mit einem dritten feinern c ein benachbartes Haargefäss d erreicht.

Fig. 2. Ein Capillarnetz desselben Thieres. Zwei Röhren sind durch einen fadenförmigen Ausläufer verbunden, der rechts als Aussackung des Gefässes erscheint, links dagegen der Wandung des Capillargefässes sich nur anlegt.

Fig. 3. Ein Capillargefäss desselben Thieres a geht bei c und b eine zweischenklige Spaltung ein, deren Zweige, sich bei d wieder vereinigend, das Rohr fortsetzen.

Fig. 4. Ein Haargefäss a sendet bei b einen fadenförmigen Ausläufer ab, der sich zu einem andern Capillargefäss erweitert. Nach abwärts gehen bei c zwei Aussackungen in Form einer Schlinge in einander über. Eine andere Aussackung bei d theilt sich gablig in zwei Zweige f und g, die allmälig verbreitert bei e zu einer Röhre zusammenstossen, welche Röhre in einen blutführenden Ast sich einsenkt.

Fig. 5. Ein Haargefäss sendet bei a einen kurzen fadenförmigen Fortsatz ab, einen andern, der in ein Capillarrohr sich verbreitert, bei b; nach oben geht das Haargefäss in zwei vielstrahlige Zellen d und e über, in die Zelle d mit längerm fadenförmigen Ausläufer c.

Fig. 6. Ein Capillargefäss sendet bei a einen kurzen fadenförmigen Fortsatz ab, bei b einen längern, der anfänglich noch mit einer gewissen Stärke in die spindelförmige Zelle c übergeht und dann in der vielstrahligen Zelle d endigt.

Fig. 7. Ein Capillarnetz mit einer sonderbaren in sich zurücklaufenden Schleife eines Astes bei a und dem Uebergang in eine vielstrahlige Zelle bei d. Bei b und c geht eine andere Gefässröhre zweimal gablige Theilungen rasch nach einander ein.

Fig. 8. Ein Haargefäss sendet bei a und b fadenförmige, in der Form einer Schlinge sich verbindende Ausläufer ab, an deren Concavität der Fortsatz d einer vielstrahligen Zelle c sich ansetzt.

Fig. 9. Ein Haargefäss geht bei a in eine fadenförmige Schleife b über, die bei c etwas erweitert zu demselben Gefäss zurückkehrt. Eine benachbarte sternförmige Zelle d läuft über die Schlinge weg.

Fig. 10. Ein Stück eines Capillargefässes, wo die gequollenen aneinandergedrängten Blutkörperchen eine scheinbare Zusammensetzung aus Zellen bei oberflächlicher Betrachtung darbieten.

Fig. 11. Ein Lymphgefäss der Froschlarve mit aufgelagerter Zelle a und einem Uebergange c zu einer vielstrahligen Zelle b.

Fig. 12. Ein Lymphgefäss mit zweimaliger dichotomischer Theilung und Verästelung a b nach oben.

Fig. 13, 14 und 15. Gefässe von verschiedener Stärke mit dem Bau der Capillaren aus der *Membrana capsulo-pupillaris* eines 3½zölligen Kalbsfötus. Fig. 13 stellt ein Netz dar, dessen beide Längsröhren durch zwei kurze fadenförmige Ausläufer verbunden sind. Bei Fig. 15 tritt an der Stelle a ein Bruchsack mit zwei runden bläschenförmigen Kernen hervor, und im Innern erscheinen schmale longitudinale Nuclei des Epithels.

Fig. 16. Aus der Allantoide des gleichen Fötus: a die Innenhaut, Blutkörperchen umgebend; b die Zellen der Adventitia mit fibrillärer Zwischensubstanz. Bei b* eine derartige Zelle halb abgetrennt.

Fig. 17. Ein Haargefäss aus der *Membrana hyaloidea* eines fünfmonatlichen menschlichen Fötus umschliesst mit structurloser Innenhaut zwei Blutkörperchen und ist aussen von länglichten und rundlichen aufgelagerten Zellen belegt.

Fig. 18. Aus der Allantoide des oben erwähnten Kalbsfötus. Bei a die mit doppelter Contour begrenzte Intima; bei b die Zellen und faserige Intercellularsubstanz der Adventitia.

Fig. 19. Aus der *Membrana capsulo-pupillaris* eines Schweinsfötus von 5 Zoll: a Intima, bei b die Zellen der äusseren Gefässhaut dichtgedrängt aufgelagert ohne erkennbare Zwischensubstanz.

Fig. 20. Ein Gefäss aus der Allantoide des Kalbsfötus. Die Intima a von sehr starker und zwar ungleich dicker Adventitia bei b umgeben.

Fig. 21. Aus der Umgebung des Nabelstranges von einem Kaninchenembryo von 1 Zoll. Ein weiteres Gefäss mit aufgelagerten Zellen a geht bei b und c in Haargefässe über und mündet in ein gleich beschaffenes Seitengefäss h ein. Letzteres, das Capillarrohr b und der Stamm a sind durch ein fadenförmiges Ausläufersystem d, f, g verbunden und zwar so, dass der Fortsatz d aus einer Zelle kömmt, ebenso der Ausläufer f in eine aufgelagerte Zelle endigt, während der Fortsatz g in das Haargefäss b einmündet. An der Vereinigungsstelle der Fortsätze bei c erscheint eine leichte dreieckige Anschwellung, die jedoch keinen Kern erkennen lässt. Bei i rundliche benachbarte Zellen denen wohl gleich, die stärkeren Gefässen aufgelagert sind.

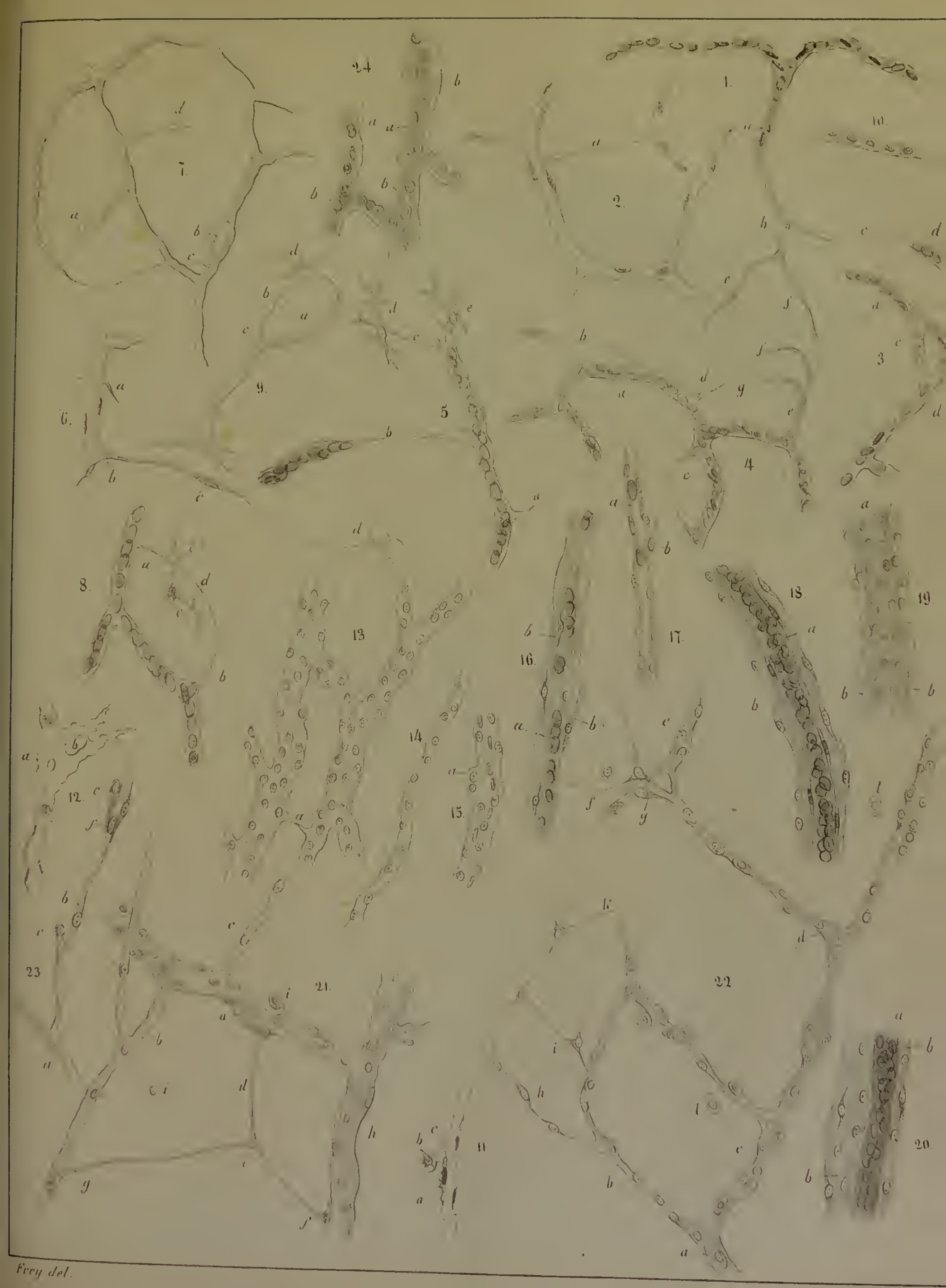
Fig. 22. Von dem gleichen Theil des nämlichen Thieres; ein stärkerer Stamm a verzweigt sich bei b und c. Der Ast bei c geht unter mehrfachen Theilungen und einer spindelförmigen Anschwellung bei d nach links in einen Zweig über, der in ein Haargefäss sich fortsetzt, dabei aber in zwei Zellen ausläuft, eine dreistrahlige bei f und eine spindelförmige bei g. Der früher erwähnte Seitenzweig b spaltet sich in ein wegsames Haargefäss nach rechts und nach links in eine Reihe spindel- und sternförmiger hintereinanderliegender Zellen. Die spindelförmigen Zellen bei h, die sternförmigen bei i und k. Rundliche Zellen bei l in der Nachbarschaft.

Fig. 23. Aus der *Membrana hyaloidea* des früher erwähnten menschlichen Embryo's. Ein Haargefäss a, ebenso wie sein Ast b kernführend wird bedeckt von einigen aufgelagerten Zellen c und umschliesst bei f ein Blutkörperchen.

Fig. 24. Aus der *Membrana capsulo-pupillaris* eines 5zölligen Schweinsfötus. Bei a die *Membrana intima* zahlreiche gekernte Blutkörperchen umschliessend, bei b die *Adventitia* mit einzelnen Zellen und homogener Zwischensubstanz.

Thesen.

1. Die Magenverdauung der Eiweisskörper ist nur die vereinigte Wirkung der Säuren und des Pepsins.
2. In Pseudoplasmen bilden sich neue Gefässe nie unabhängig von schon vorhandenen des Mutterbodens.
3. *Tartarus emeticus* ist bei Pneumonie das beste Mittel.
4. Das Geraderichten der Klumpfüsse und Anlegen eines Gipsverbandes unmittelbar nach der Tenotomie an denselben ist zu verwerfen.
5. Osteomalacie berechtigt nicht zur Einleitung einer künstlichen Frühgeburt.
6. Das Aetzen des Chankers mit *Argentum nitricum* ist zu verwerfen.
7. Zahncaries beruht auf Alienation der Zahnernährung und nicht auf localen chemischen Einflüssen.
8. Jodkalium ist bei allen Herzkrankheiten zu verwerfen.
9. Glühhitze ist als Stypticum zu verwerfen.
10. Nach eingetretener Respiration ist die Verblutung aus dem Nabelstrang unmöglich.



Frey del.

Brugier lith